

пользование корреляционно-регрессионного анализа может снизить эти показатели. Для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур корреляционно-регрессионным методом необходим более тщательный подход к набору данных для этого анализа и для большей достоверности следует использовать его совместно с другими методами. Известно, временные ряды урожайности культур являются зависимыми (каждый последующий член временного ряда коррелирован с предыдущим). Иначе, уровень урожайности в каждый конкретный момент (за конкретный год) во многом будет определяться его уровнем в предыдущие годы, что мы и наблюдаем при сравнении фактических и прогнозных показателей.

При использовании корреляционно-регрессионного анализа при прогнозировании урожайности в среднем по району для получения достоверных данных агротехника возделывания сельскохозяйственных культур должна быть на высоком уровне во всех хозяйствах района, должны соблюдаться сроки посева и уборки сельскохозяйственных растений.

Оптимальный норматив урожайности зерновых культур в среднем по республике при среднем балле пашни 34,5 составляет: фактический — 20,9; норматив — 35 ц с 1 га [6].

Литература

1. Гусаков В.Г. Основные принципы программы совершенствования агропромышленного комплекса Республики Беларусь на 2001—2005 гг. // Белорус. экон. журн. 2001. № 2.
2. Прогноз социально-экономического развития АПК Республики Беларусь до 2015 года. Мн., 1999.
3. Бусел М.П. Экономика и организация сельскохозяйственного производства: Учеб. пособие. Мн., 1999.
4. Новак А.М. Проблемы развития сельского хозяйства Беларуси // Белорус. экономика: анализ, прогноз, регулирование. 2001. № 4.
5. Гусаков В.Г., Ильина З.М. Проблемы сельского хозяйства Беларуси и их решение // Весті ААН. 1996. № 3.
6. Эколого-экономические нормативы эффективного использования разнокачественных земель сельскохозяйственного назначения. Мн., 2003.

А.Е. ОЛЕХНОВИЧ

МОДЕЛИРОВАНИЕ БАНКОВСКИХ УСЛУГ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ОЧЕРЕДЕЙ

Эффективность экономики свидетельствует об уровне развития финансового рынка, который представляет сферу реализации финансовых активов и экономических отношений, возникающих между продавцами и покупателями этих активов.

Одной из важнейших функций финансового рынка является поддержка денежного обращения путем создания условий для непрерывного движения денег в процессе совершения различных платежей и регулирования объема денежной массы в обращении.

Любой банк во всем мире выполняет три основные функции: сбор денежных средств, их перемещение и кредитование. Сбор денежных средств стоит

Ангелина Евгеньевна ОЛЕХНОВИЧ, аспирантка кафедры прикладной математики и экономической кибернетики Белорусского государственного экономического университета.

банку денег, на их перемещении он зарабатывает, но основной бизнес банка — предоставление кредитов.

Для рынка банковских услуг в Республике Беларусь в настоящее время характерно формирование профессиональных взаимоотношений между производителями этих услуг — коммерческими банками и их потребителями — физическими и юридическими лицами. Предпосылками к этому явилось падение доходности многих финансовых инструментов, прекращение деятельности мелких и неэффективно работающих банков, укрупнение банковских структур, усиливающаяся специализация многих коммерческих банков по предоставлению определенного вида банковских услуг и т.д. Возросшая конкуренция между коммерческими банками привела к необходимости серьезной реорганизации бизнес-процессов и более четкого позиционирования на рынке с целью привлечения новых или удержанию от ухода из банка старых клиентов. Поэтому банкам следует: а) изучить спрос и предложения банковских услуг в сфере своего функционирования; б) сформировать коммерческую политику в сравнительном анализе доходности и затрат на предоставление соответствующих банковских услуг; в) создать новые конкурентоспособные банковские услуги; г) реорганизовать работу персонала, обеспечивающую повышение уровня качества услуг и минимизацию затрат, уменьшение операционных и финансовых рисков.

Эти условия диктуют новые требования к системам автоматизации банков. Это выражается в ориентации автоматизированных банковских систем (АБС) на информационное и функциональное обеспечение всего комплекса работ, связанных с реализацией банковских услуг [1]. Возросшая функциональность систем и их значительное усложнение привело к необходимости переосмысления принципов построения АБС с тем, чтобы их освоение и применение не стало длительным и трудоемким процессом.

За многие десятилетия до электронной эры банки отработали определенные формы и методы труда на основе “бумажной технологии”. На нее рассчитывались структура банков, их штаты, средства механизации и механизмы управления. Сегодня в эти рамки невозможно вписать качественно иную, “безбумажную технологию”, поскольку стоит только проигнорировать или опустить какую-либо структурную часть (линии связи, вычислительные мощности, экономическое и правовое обеспечение и т.д.), как система перестает быть единым целым и вместо эффекта несет убытки и неразбериху.

В настоящее время наибольший интерес представляют внутрибанковские и межбанковские системы, их информационные технологии. На первый план выходят вопросы поиска и выбора технологии, в наибольшей степени отвечающей требованиям и финансовым возможностям конкретного банка и дающей ответ на следующие вопросы:

- правильно ли распределены функции?
- нет ли дублирования функций?
- каковы трудозатраты на выполнение операций?
- как уменьшить трудоемкость выполнения операций?
- какая информация и в каком виде должна храниться в общей базе данных?
- где “узкие” места системы, обеспечивающей выполнение операций?

Рассмотрим АБС как систему, в которой должен быть выполнен формализованный бизнес-процесс, направленный на обработку входного потока заявок x , и выдачи большого потока сформированных системой отчетов y , обладающих принципиальными отличиями в обработке, как по временным параметрам, так и по внутренним маршрутам обработки (рис. 1).

Характеристика АБС зависит от природы заявок, входящих в систему, а также каналов обслуживания, поэтому согласно принятой классификации ее относят к социально-техническим системам обслуживания, для которых характерны:

- сильная флуктуация интенсивности входящего потока заявок в течение небольших промежутков времени, объясняемая колебаниями спроса на отдельные банковские услуги в определенные дни, часы и т.д.;
- присутствие на фоне массовых операций единичных операций, существенно влияющих на качество работы АБС;
- зависимость показателей обслуживания от интенсивности потока заявок, входящих в систему, времени их обслуживания, стоимости услуги, издержек, связанных с отказами, очередями и простоем каналов, а также “человеческого фактора”.

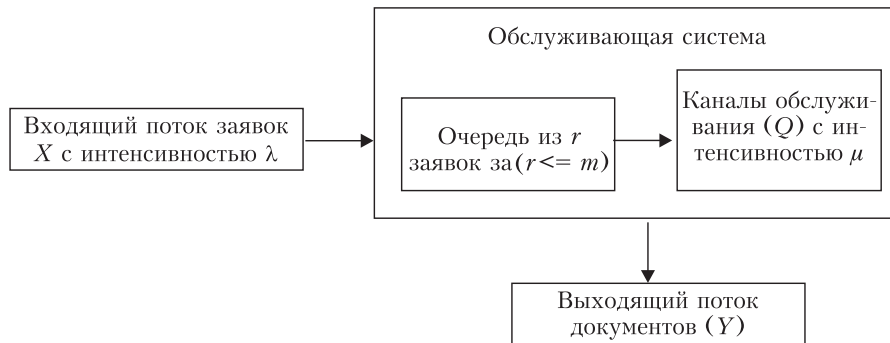


Рис. 1. Укрупненное представление АБС

Процесс обработки потоков заявок представляет собой процессно-ориентированный подход, и в этом случае автоматизированная банковская система должна состоять из ряда модулей, соответствующих направлениям деятельности банка и реализующих специфические особенности обработки различных типов документов (рис. 2) [2, 11].

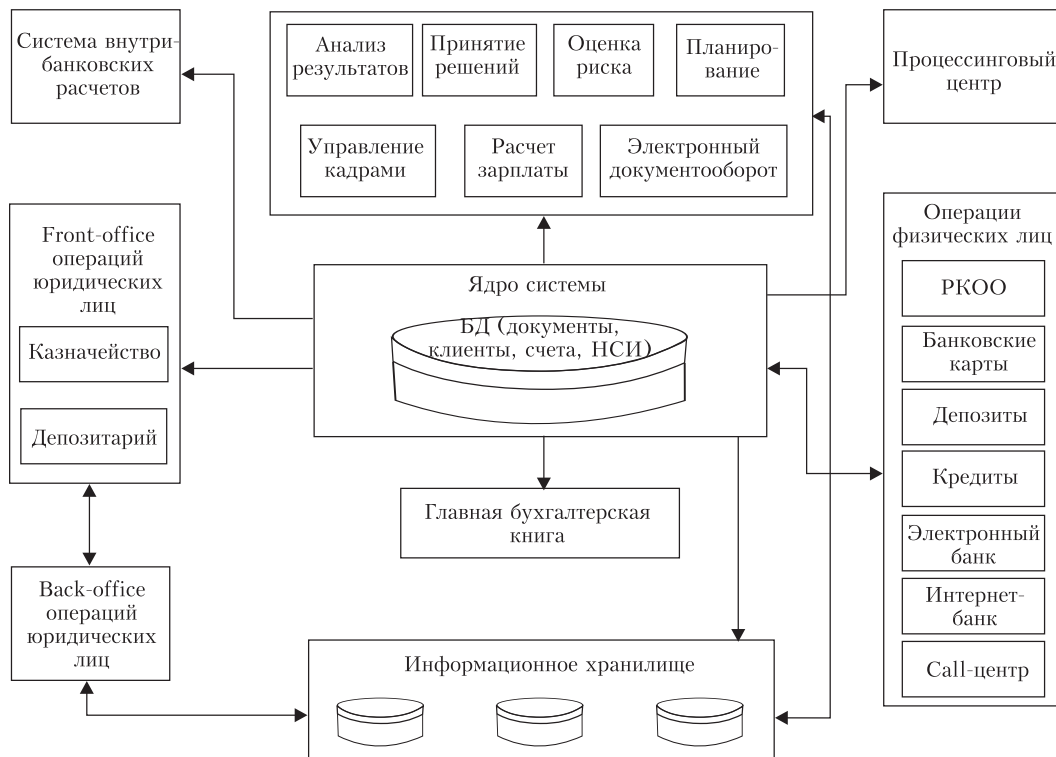


Рис. 2. Основные модули АБС

Каждая заявка, которая инициирует конкретную банковскую услугу, согласно формальным инструкциям процесса должна быть доведена как задание до конкретного исполнителя, которому предоставляются необходимые инструменты и информация для ее выполнения, и полученный от исполнителя результат обязательно проконтролировать (срок исполнения задания). Это означает, что АБС следует рассматривать разделенной по вертикали на различные функциональные модули в соответствии с ее составом (функциональное деление), а по горизонтали — фазы обработки банковских документов.

При обработке банковских документов выделяют четыре фазы:

первой соответствует обработка документов служащими банка непосредственно в присутствии клиента — front-office;

на второй происходит внутренняя обработка документов — back-office;

на третьей — учет всех банковских операций производится в подразделениях accounting.

В самостоятельную группу — analysis — выделены операции, реализующие анализ текущего состояния, планирование и внутренний аудит банка.

Данные передаются между модулями различных уровней на основании спецификаций интерфейса. Причем интерфейс, с помощью которого передаются данные от одного обслуживающего к другому, должен обладать возможностью осуществлять согласование в горизонтальном и вертикальном направлениях (например, прием платежного документа на списание и проверка наличия средств на счете клиента. Вертикальное согласование необходимо при формировании дополнительных внутренних документов, предназначенных к обработке другими подразделениями банка, или при передаче документа на обработку в смежные подразделения другого уровня (такой подход получил название процессно-ориентированное управление). Так, заявка клиента на конвертацию валюты после прохождения контроля порождает горизонтальный стык — бухгалтерия банка, и вертикальный стык — управление валютных операций).

В ряде случаев функции обработки нескольких последовательных фаз могут быть совмещены при выполнении и представлены в виде определенной последовательности банковских операций. Так, один служащий операционного зала на одном рабочем месте и зачастую в одном программном модуле выполняет функции front-office — прием платежного документа у клиента, проверка правильности заполнения, наличия необходимых и разрешенных подписей в соответствии с карточкой образцов и других реквизитов — и функции back-office — проверка наличия на счете клиента необходимой суммы денег, ввод документа и передачи его в электронном виде в Национальный банк. Основная цель любой АБС — это минимизация прохождения бизнес-процессов и повышение уровня качества банковской услуги.

Итак, АБС — система, в которой должны выполняться перечисленные виды операций в определенной последовательности, по имеющимся инструкциям. Поэтому АБС — *сеть массового обслуживания*, представляющая совокупность конечного числа N обслуживающих узлов, в которой циркулируют заявки, переходящие в соответствии с маршрутной матрицей из одного узла в другой. Узел всегда является разомкнутой системой массового обслуживания (СМО), которая может быть любого класса. При этом отдельные СМО отображают функционально самостоятельные части реальной системы. Связи между СМО представляют структуру системы, а заявки, циркулирующие по сети массового обслуживания (СеМО), — материальные потоки (сообщения (пакеты) в коммуникационной сети и т.п.). Для наглядного представления СеМО используется граф, вершины которого (узлы) соответствуют отдельным СМО, а дуги отображают связи между узлами [3].

Переход заявок между узлами происходит мгновенно в соответствии с переходными вероятностями P_{ij} , $i, j = 1, N$, p_{ij} — вероятность того, что заявка пос-

ле обслуживания в узле i перейдет в узел j . Если узлы непосредственно не связаны между собой, то $p_{ij} = 0$. Если из i -го узла переход будет только в один какой-либо узел j , то $p_{ij} = 1$.

В силу того, что заявки поступают в банк из внешней среды и уходят после обслуживания в сети во внешнюю среду, а также не теряются и не размножаются, то СеМО будет линейной и разомкнутой. Для разомкнутой СеМО (РСеМО) характерно наличие одного или нескольких независимых внешних источников, которые генерируют заявки, поступающие в сеть, независимо от того, сколько заявок уже находится в сети. В любой момент в РСеМО может находиться произвольное число заявок (от 0 до ∞).

В линейной и разомкнутой сети циркулируют заявки одного класса и поэтому сеть однородная, т.е. они не различаются ни одним из следующих атрибутов: законом распределения длительности обслуживания в узлах; приоритетами; маршрутами (путями движения заявок в сети).

СеМО — экспоненциальная сеть, т.е. длительности обслуживания во всех узлах распределены по экспоненциальному закону, и потоки, поступающие в разомкнутую сеть, простейшие (пуассоновские) и отвечает следующим требованиям:

- входные потоки СеМО пуассоновские;
- во всех N СМО время обслуживания заявок имеет экспоненциальную функцию распределения вероятностей, и заявки обслуживаются в порядке прихода;
- переход заявки с выхода i -й СМО на вход j -й является независимым случайным событием, имеющим вероятность P_{ij} , $i, j = \overline{1, N}$, p_{i0} ; p_{i0} — вероятность ухода заявки из СеМО.

Разомкнутая экспоненциальная СеМО задается следующими параметрами:

- 1) числом N СМО;
- 2) числом K_1, \dots, K_N каналов в СМО $1, \dots, N$;
- 3) матрицей $P = \|p_{ij}\|$ вероятностей передач, $i = 1, \dots, N$; $j = 0, \dots, N$;
- 4) интенсивностями I_1, \dots, I_N входных потоков заявок;
- 5) средними временами обслуживания $T_{\text{обс}_1}, \dots, T_{\text{обс}_N}$ заявок в СМО.

В экспоненциальной СеМО поток заявок на входе СМО складывается из входного потока СеМО (возможно, имеющего нулевую интенсивность) и из потоков, поступающих с выходов СМО. Входной поток СМО в экспоненциальной СеМО в общем случае непуассоновский. В силу того, что получить достоверную информацию о входных потоках в разрезе выполняемых видов банковских услуг по часам, дня и месяцам нет возможности (конфиденциальная информация), будем считать, что СеМО — экспоненциальная. Поэтому для расчета основных характеристик достаточно найти интенсивности $\lambda_1, \dots, \lambda_N$ входных потоков СМО.

Интенсивности $\lambda_1, \dots, \lambda_N$ находятся на основе уравнений баланса сети с учетом простых свойств слияния и разветвления потоков.

При слиянии n потоков заявок с интенсивностями $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ образуется поток, имеющий интенсивность $\lambda = \lambda_1 + \dots + \lambda_n$. При ветвлении потока с интенсивностью λ на n направлений, вероятности перехода заявки в которые равны p_1, \dots, p_n , образуется n потоков с интенсивностями $\lambda_{p_1}, \dots, \lambda_{p_n}$.

В стационарной СеМО среднее число заявок в любой ее фиксированной части постоянно. Отсюда следует, что суммарная интенсивность входящих в эту часть потоков равна суммарной интенсивности выходящих. Запись данного закона в математической форме называется уравнением баланса. Выделяя различные части в СеМО и составляя для них уравнения баланса, можно получить систему уравнений, связывающую неизвестные интенсивности $\lambda_1, \dots, \lambda_N$ с известными I_1, \dots, I_N . Обычно при этом в качестве отдельных частей СеМО выделяют все СМО. В этом случае для N неизвестных имеется N уравнений.

Можно добавить к ним уравнение баланса для входных и выходных потоков всей СеМО. Тогда получится уравнение $N + 1$, и одно из них можно использовать в качестве проверочного.

Зная параметры СеМО и интенсивности входных потоков в СМО, можно:

- проверить стационарность всех СМО, а следовательно и сети;
- рассчитать среднее время пребывания заявки в сети $\bar{T}_{пр}$, условные пропускные способности B_1, \dots, B_N , абсолютные пропускные способности A_1, \dots, A_N , запасы по пропускным способностям D_1, \dots, D_N .

В качестве примера рассмотрим бизнес-процесс организации депозитов в банке (рис. 3).

Для этого процесса сеть обслуживания может быть представлена так, как показано на рис. 4.

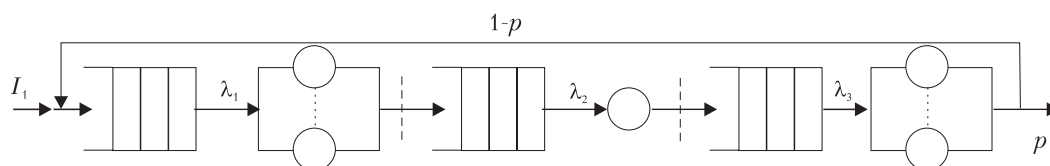


Рис. 4. Сеть массового обслуживания

Число узлов в этой сети $N = 3$.

Число каналов обслуживания K для каждого узла: $K_1 = K, K_2 = 1, K_3 = K$.

Матрица вероятностей передач принимает вид $P = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ p & 1-p & 0 & 0 \end{bmatrix}$.

Интенсивности внешних входных потоков заявок: $I_1 = I, I_2 = I_3 = 0$.

Среднее время обслуживания $\bar{T}_{обс_1}, \bar{T}_{обс_2}, \bar{T}_{обс_3}$ заявок в СМО.

Составим уравнения баланса для нахождения интенсивностей входных потоков для каждой СМО (суммарная интенсивность входящих потоков равна суммарной интенсивности выходящих):

$$\lambda_1 = I_1 + (1 - p)\lambda_3; \quad I_1 + I_2 + I_3 = p\lambda_3; \quad \lambda_2 = \lambda_1 + I_2; \quad \lambda_3 = \lambda_2 + I_3.$$

Из уравнений баланса находим:

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = I/p.$$

Чтобы сеть была стационарной должно выполняться следующее условие:

$$\rho_i = \lambda_i \bar{T}_{обс_i} / K_i = I \bar{T}_{обс_i} / pK \leq 1, \quad i = \bar{1}, \bar{3}, \quad (1)$$

ρ_i — среднее число заявок в СМО или коэффициент загрузки системы.

Основные характеристики для каждой СМО вычисляются с использованием полученных ранее λ_i , ρ_i и имеют вид.

Средняя длина очереди в блоке ожидания:

$$L_i = \frac{1}{\frac{(\rho_i K_i)^{K_i}}{K_i!(1-\rho_i)} + \sum_{m=0}^{K_i-1} \frac{(\rho_i K_i)^m}{m!}} \frac{(\rho_i K_i)^{K_i+1}}{K_i! K_i (1-\rho_i)^2}, \quad i = \overline{1,3}. \quad (2)$$

Среднее число заявок в СМО:

$$M_i = L_i + K_i \rho_i, \quad i = \overline{1,3}. \quad (3)$$

Среднее время прохождения заявки через очередь:

$$\bar{T}_{\text{ож}_i} = \frac{L_i \rho}{I}, \quad i = \overline{1,3}. \quad (4)$$

Среднее время пребывания в СМО:

$$\bar{T}_{\text{пр}_j} = \bar{T}_{\text{ож}_j} + \bar{T}_{\text{обс}_j}, \quad j = \overline{1,3}. \quad (5)$$

Используя полученные локальные характеристики СеМО, вычислим системные. Среднее время пребывания в сети рассчитывается по формуле

$$\bar{T}_{\text{пр}} = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^3 \bar{T}_{\text{пр}_j}. \quad (6)$$

Передаточные коэффициенты α_{ij} , $i, j = \overline{1,3}$ – среднее число приходов заявки в j -ю СМО, если она вошла в сеть из i -го входного потока, принимают вид

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{p} & \frac{1}{p} & \frac{1}{p} \\ \frac{1-p}{p} & \frac{1}{p} & \frac{1}{p} \\ \frac{1-p}{p} & \frac{1-p}{p} & \frac{1}{p} \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Абсолютную пропускную способность A_i находим, основываясь на развернутом условии стационарности:

$$\begin{cases} \frac{1}{p} I_1 + \frac{1}{p} I_2 + \frac{1}{p} I_3 \leq \frac{K}{T_{\text{обс}_1}} \\ \frac{1-p}{p} I_1 + \frac{1}{p} I_2 + \frac{1}{p} I_3 \leq \frac{1}{T_{\text{обс}_2}} \\ \frac{1-p}{p} I_1 + \frac{1-p}{p} I_2 + \frac{1}{p} I_3 \leq \frac{K}{T_{\text{обс}_3}} \end{cases}. \quad (8)$$

Положим все входные интенсивности СеМО, кроме I_i , равные нулю и найдем абсолютную пропускную способность A_i как максимальное решение системы неравенств относительно I_i :

$$\left\{ \begin{array}{l} I_i \leq \frac{K}{T_{\text{обс}_1} \cdot \alpha_{i_1}} \\ I_i \leq \frac{1}{T_{\text{обс}_2} \cdot \alpha_{i_2}} \\ I_i \leq \frac{K}{T_{\text{обс}_3} \cdot \alpha_{i_3}} \end{array} \right. \quad (9)$$

Условная пропускная способность B_i находится из (8) подстановкой всех заданных входных интенсивностей СеМО, кроме I_i , и для рассматриваемой СеМО принимает вид

$$\begin{aligned} B_1 &= \min \left\{ \frac{pK}{T_{\text{обс}_1}}, \frac{p}{T_{\text{обс}_2}}, \frac{pK}{T_{\text{обс}_3}} \right\}, \\ B_2 &= \min \left\{ \frac{pK}{T_{\text{обс}_1}} - (1-p)I, \frac{p}{T_{\text{обс}_2}} - I, \frac{pK}{T_{\text{обс}_3}} - I \right\}, \\ B_3 &= \min \left\{ \frac{pK}{(1-p)T_{\text{обс}_1}} - \frac{I}{1-p}, \frac{p}{(1-p)T_{\text{обс}_2}} - \frac{I}{1-p}, \frac{pK}{T_{\text{обс}_3}} - I \right\}. \end{aligned} \quad (10)$$

Запасы D_1, \dots, D_3 по пропускным способностям показывают, насколько может быть увеличена интенсивность прихода заявок на вход без нарушения условия стационарности:

$$D_j = B_j - I_j. \quad (11)$$

Предложенный математический аппарат может быть использован как для моделирования всех видов банковских услуг, так и для оптимизации времени их обслуживания.

Литература

1. Олехнович А.Е. Комплексная имитационная модель банка // Вестн. ассоциации белорус. банков. 2003. № 10.
2. Новик В. Беларусбанк переходит на централизованную ИТ-систему // Вестн. ассоциации белорус. банков. 2004. № 13.
3. Тихоненко О.М. Модели массового обслуживания в информационных системах: Учеб. пособие / О.М. Тихоненко. Мн., 2003.